

대한민국 특허청
KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

JC035 U.S. PRO
10/015953
12/17/01

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 특허출원 2001년 제 25984 호
Application Number

출원년월일 : 2001년 05월 12일
Date of Application

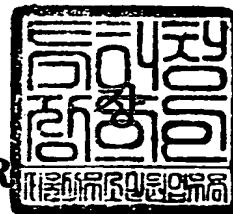
출원인 : 삼성전자 주식회사
Applicant(s)



2001 년 06 월 16 일

특 허 청

COMMISSIONER



CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0003
【제출일자】	2001.05.12
【국제특허분류】	G02B
【발명의 명칭】	마이크로미러 액츄에이터
【발명의 영문명칭】	A micromirror actuator
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	윤용섭
【성명의 영문표기】	Y00N, Yong Seop
【주민등록번호】	670715-1411439
【우편번호】	137-796
【주소】	서울특별시 서초구 잠원동 잠원동아아파트 102호 504동
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	민영훈
【성명의 영문표기】	MIN, Young Hoon
【주민등록번호】	641108-1684013
【우편번호】	431-080
【주소】	경기도 안양시 동안구 호계동 목련동아아파트 805동 1001호
【국적】	KR

【발명자】**【성명의 국문표기】**

배기덕

【성명의 영문표기】

BAE, Ki Deok

【주민등록번호】

720603-1009917

【우편번호】

449-840

【주소】

경기도 용인시 수지읍 동성2차아파트 103동 1103호

【국적】

KR

【심사청구】

청구

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
 이영필 (인) 대리인
 이해영 (인)

【수수료】**【기본출원료】**

20 면 29,000 원

【가산출원료】

1 면 1,000 원

【우선권주장료】

0 건 0 원

【심사청구료】

11 항 461,000 원

【합계】

491,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

마이크로 미러의 구동력에 반대되는 정전력을 차단하여 마이크로 미러가 저전압의 정전력에 의해 정확하게 수직으로 직립되거나 혹은 수평 상태를 유지하도록 된 마이크로 미러 액츄에이터 및 그 제조 방법이 개시되어 있다.

이 개시된 마이크로 미러 액츄에이터는, 기판; 적어도 하나 이상의 전극이 구비된 트렌치; 상기 트렌치의 양측에 마련된 지지 포스트; 지지 포스트에 의해 지지된 토션바; 수평상태일 때 상기 트렌치에 대향되는 구동부 및 상기 토션바에 의해 탄력적으로 회동되어 광신호를 반사시키는 반사부를 구비한 마이크로 미러; 상기 마이크로 미러가 수평 상태일 때 상기 반사부에 대향되게 상기 기판상에 마련되어 정전력이 차단되도록 된 차폐 전극;을 포함하는 것을 특징으로 한다.

기판에 트렌치 대응 영역을 식각하는 단계; 상기 기판상에 절연막과 금속막을 차례대로 증착하고 이 금속막을 식각하여 차폐 전극, 하부 전극 및 측면 전극을 형성하는 단계; 상기 트렌치를 포함한 기판 외측면에 소정 두께로 희생층을 도포하는 단계; 상기 희생층에 포스트 대응홀을 식각하는 단계; 상기 희생층 위에 금속막을 도포하고 마이크로 미러, 토션바 및 지지 포스트 대응 영역을 패터닝하는 단계; 상기 희생층을 제거하여 마이크로 미러, 토션바 및 포스트를 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

【대표도】

도 4

【명세서】

【발명의 명칭】

마이크로 미러 액츄에이터{A micromirror actuator}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 복수개의 마이크로 미러가 매트릭스 형태로 배열된 구조를 나타낸 도면,

도 2는 종래의 마이크로 미러 액츄에이터의 사시도,

도 3은 도 2의 II-II 단면도,

도 4는 본 발명에 따른 마이크로 미러 액츄에이터의 사시도,

도 5는 도 4의 IV-IV 단면도,

도 6a 내지 도 6g는 본 발명의 일실시예에 따른 마이크로 미러 액츄에이터의 제조 공정을 나타낸 도면,

도 7a 및 도 7b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 마이크로 미러 액츄에이터의 제조 공정을 나타낸 도면,

도 8a 내지 도 8c는 도 4의 V-V 방향에서 바라본 경우에 본 발명에 따른 마이크로 미러 액츄에이터의 제조 공정을 나타낸 도면.

<도면 중 주요 부분에 대한 부호의 설명>

100...기판

110...트렌치

112,153...하부 전극

113,152...측면 전극

115...지지 포스트

120...마이크로 미러

120a...구동부

120b...반사부

130, 151...차폐 전극

135...구멍

140...기판

145...트렌치 대응 영역

155, 156...희생층

157...금속막

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<17> 본 발명은 마이크로 미러 액츄에이터 및 그 제조방법에 관한 것으로, 특히 마이크로 미러의 구동력에 반대되는 정전력을 차단하여 마이크로 미러가 저전압의 정전력에 의해 정확하게 수직으로 직립되거나 혹은 수평 상태를 유지하도록 된 마이크로 미러 액츄에이터 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

<18> 일반적으로 광스위치는 광신호가 어느 입력 단자로부터 소정의 출력 단자로 전송되도록 광경로를 선택할 수 있도록 된 장치이다. 도 1을 참조하면, 복수개의 마이크로 미러 액츄에이터(10)가 2차원의 매트릭스 형태로 배열되고, 입력부의 광파이버(43)에서 나온 빛은 초점 거리 만큼 떨어져 배치된 마이크로 렌즈(45)를 거쳐 평행광으로 변환된다. 이 평행광은 수직으로 직립해 있는 마이크로 미러(31)를 향해 입사되어 반사된 다음 출력부로 들어가 마이크로 렌즈(46)를 통과해 출력부쪽의 광파이버(48)로 전송된다. 즉, 광스위치는 기판(15)에 대해 수직으로 직립된 마이크로 미러(31a)(31b)(31c)(31d)에 의해 입사되는 광신호를 반사시키고 수평 상태로 되어 있는 마이크로 미러(32)에 의해서는 입사되는 광신호를 통과시킴으로써 광

경로를 선택할 수 있도록 되어 있다. 예를 들어 1행 4열(31a), 2행 3열(31b), 3행 1열(31c) 및 4행 2열(31d)의 마이크로 미러를 기판(15)에 대해 수직으로 세우고 나머지 마이크로 미러는 수평으로 유지되도록 하여 광신호를 원하는 경로로 전송할 수 있다.

<19> 도 2는 종래의 정전력을 이용한 마이크로 미러 액츄에이터(10)이다. 기판(15)상에 트렌치(5)가 형성되고, 상기 트렌치(5)의 양측에 지지 포스트(20)가 직립되어 있다. 그리고, 상기 지지 포스트(20)에 의해 토션바(25)가 지지되고 상기 토션바(25)에 마이크로 미러(30)가 회동가능하게 결합되어 있다. 상기 마이크로 미러(30)는 수평상태일 때 상기 토션바(25)를 중심으로 상기 트렌치(5)에 대향하는 구동부(30a)와 상기 구동부(30a)의 반대쪽에 마련된 반사부(30b)로 이루어져 있다.

<20> 도 3은 도 2의 II-II선 단면도를 도시한 것으로, 상기 트렌치(5)에는 바닥면에 하부 전극(37)이 일측면에 측면 전극(40)이 각각 구비되어 상기 구동부(30a)와의 상호작용에 의한 정전력에 의해 마이크로 미러(30)를 구동시킨다. 다시 말하면, 상기 하부 전극(37)과 상기 구동부(30a) 사이에 정전력이 작용하여 상기 마이크로 미러(30)가 아래쪽으로 회동하며 어느정도 회동한 후에는 상기 구동부(30a)와 상기 측면 전극(40) 사이에 정전력이 작용하여 연속적으로 회동함으로써 직립하게 된다. 상기 마이크로 미러(30)는 토션바(25)에 의해 탄성지지되어 회동가능하게 되어 있고, 정전 구동력이 해제된 후에는 상기 토션바(25)의 복원력에 의해 마이크로 미러(30)가 수평 상태로 복원된다.

<21> 여기에서 상기 마이크로 미러(30)에는 정전력이 작용되는 전극면이 전체적으

로 마련되어 있어 전압이 인가되면 상기 구동부(30a)와 하부 전극(37) 및 측면 전극(40) 사이에서 뿐만 아니라 상기 반사부(30b)와 하부 전극(37) 및 측면 전극(40) 사이에서도 정전력이 작용한다. 반사부(30b)와 측면 전극(40) 및 하부 전극(37) 사이의 거리가 구동부(30a)와 측면 전극(40) 및 하부 전극(37) 사이의 거리보다 멀지만 상기 기판(15)이 실리콘 기판로 되어 있고 실리콘의 유전율이 공기보다 열 배 이상 정도 크므로 반사부(30b)와 측면 전극(40) 및 하부 전극(37) 사이의 정전력도 상당히 크게 작용한다.

<22> 따라서, 상기 구동부(30a)와 측면 전극(40) 및 하부 전극(37) 사이의 정전력을 f_1 이라 하고 상기 반사부(30b)와 측면 전극(40) 및 하부 전극(37) 사이의 정전력을 f_2 라 하면 상기 마이크로 미러(30)를 구동시키는데 기여하는 실질적인 정전력 f_3 는 $(f_1 - f_2)$ 가 된다. 즉, 상기 마이크로 미러(30)가 구동부(30a)에 의해 구동되는데 있어서, 상기 반사부(30b)와 측면 전극(40) 및 하부 전극(37)과의 상호작용에 의한 정전력은 마이크로 미러(30)의 전체적인 구동력에 역방향으로 작용하게 되어 상기 구동부(30a)에 의한 구동력을 억제하게 된다. 따라서, 상기 마이크로 미러(30)를 구동시키는데 필요한 구동 전압이 증가하게 되고, 상기 반사부(30b)에 의한 반대 정전력으로 인해 마이크로 미러(30)가 정확하게 수직으로 직립되도록 제어하는 것이 어려운 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<23> 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 마이크로 미러의 구동력을 저해하는 정전력이 발생되지 않도록 차폐 전극을 구비하여 적은 구동력으로 정확하게 직립되는 마이크로 미러를 구동할 수 있도록 한 마이크로 미러 액츄에이터를 제공하는데 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <24> 상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 마이크로 미러 액츄에이터는, 기판; 적어도 하나 이상의 전극이 구비된 트렌치; 상기 트렌치의 양측에 마련된 지지 포스트; 상기 지지 포스트에 의해 지지된 토션바; 수평 상태일 때 상기 트렌치에 대향되는 구동부 및 상기 토션바에 의해 탄력적으로 회동되어 광신호를 반사시키는 반사부를 구비한 마이크로 미러; 상기 마이크로 미러가 수평상태일 때 상기 반사부에 대향되게 상기 기판상에 마련되어 상기 반사부와 상기 전극들 간에 발생하는 정전력이 차단되도록 된 차폐 전극;을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <25> 또한, 상기 차폐 전극은, 상기 반사부와 등전위면을 갖도록 형성된 것을 특징으로 한다.
- <26> 또한, 상기 마이크로 미러는, 상기 반사부의 소정 부위에 구멍이 형성되어 있는 것을 특징으로 한다.
- <27> 상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 마이크로 미러 액츄에이터 제조방법은, 기판에 트렌치 대응 영역을 형성하는 단계; 상기 기판상에 절연막과 금속막을 차례대로 증착하고 이 금속막을 식각하여 상기 트렌치 대응 영역에 하부 전극과 측면 전극을 형성하며 상기 트렌치 대응 영역 밖의 상기 기판의 표면 상에 차폐 전극을 형성하는 단계; 상기 트렌치를 포함한 기판 외측면에 소정 두께로 희생층을 도포하는 단계; 상기 희생층에 포스트 대응홀을 식각하는 단계; 상기 희생층 위에 금속막을 도포하고 마이크로 미러, 토션바 및 지지 포스트 대응 영역을 패터닝하는 단계; 상기 희생층을 제거하여 마이크로 미러, 토션바 및 포스트를 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

- <28> 또한, 상기 희생층을 도포하는 단계에서, 상기 기판상에 포토레지스트를 도포하고 화학기계적 폴리싱 공정에 의해 상기 포토레지스트를 평탄화하는 것을 특징으로 한다.
- <29> 또한, 상기 희생층을 도포하는 단계에서, 상기 기판상에 제1포토레지스트를 도포하고 식각공정을 통하여 상기 트렌치의 폭보다 넓게 상기 트렌치에 대응되는 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계; 상기 포토레지스트 패턴을 고온으로 플로우시키면서 하드베이킹하는 단계; 상기 포토레지스트 패턴을 얇게 에칭하는 단계; 상기 포토레지스트 패턴을 포함한 기판상에 소정 두께로 제2포토레지스트를 도포하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <30> 또한, 상기 희생층을 도포하는 단계에서, 상기 트렌치 대응 영역이 중공상태로 남아 있도록 기판상에 필름형 유기막을 라미네이션하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 한다.
- <31> 이하 본 발명에 따른 마이크로 미러 액츄에이터 및 그 제조방법에 대해 첨부도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- <32> 도 4 및 도 5를 참조하면, 본 발명에 따른 마이크로 미러 액츄에이터는 기판(100)과, 기판(100)상에 형성된 트렌치(110)와, 상기 트렌치(110)의 양측에 형성된 한쌍의 지지 포스트(115)와, 광원(미도시)으로부터의 광신호를 반사 또는 통과시키도록 회동가능하게 된 마이크로 미러(120)와, 상기 지지 포스트(115)에 의해 지지되고 상기 마이크로 미러(120)를 탄력적으로 회동시키도록 결합된 토션바(125)와, 상기 마이크로 미러(120)가 수평상태일 때 상기 마이크로 미러(120)의 일부에 대향되게 배치된 차폐 전극(130)을 포함하여 된 것이다.

<33> 상기 트렌치(110)에는 상기 마이크로 미러(120)를 구동시키기 위한 적어도 하나 이상의 전극이 마련된다. 예컨대, 상기 적어도 하나 이상의 전극은 상기 트렌치(110)의 바닥면에 하부 전극(112)이, 일측벽에 측면 전극(113)이 마련될 수 있다. 또한, 상기 마이크로 미러(120)는 정전력에 의해 회동가능하게 되어 있는데 수평상태일 때를 기준으로 상기 하부 전극(112)에 대향되는 면에 있는 구동부(120a)와, 광신호를 반사시키는 반사부(120b)로 이루어져 있다. 상기 마이크로 미러(120)는 광신호를 반사시키는 역할을함과 동시에 전극으로서의 역할도 함께 하도록 되어 있다. 따라서, 상기 구동부(120a)는 상기 하부 전극(112)과의 상호작용에 의한 정전력을 발생시키고, 이에 정전력이 작용하여 상기 구동부(120a)가 상기 하부 전극(112)쪽으로 끌어 당겨진다. 그리하여 상기 마이크로 미러(120)가 상기 토션바(125)를 중심으로 회동된다. 그리고, 연속적으로 상기 구동부(120a)와 상기 측면 전극(113)과의 상호작용에 의해 계속 회동되어 상기 마이크로 미러(120)가 직립하게 된다.

<34> 상기 마이크로 미러(120)는 상기 구동부(120a)의 회동스트로크를 줄이기 위해 상기 구동부(120a)와 반사부(120b)가 비대칭으로 형성되는 것이 바람직하다. 즉, 도 4에 도시된 바와 같이 상기 구동부(120a)의 길이를 L_a 라 하고 반사부(120b)의 길이를 L_b 라 할 때, 상기 구동부(120a)의 길이(L_a)를 반사부(120b)의 길이(L_b)보다 짧게 형성한다. 또한, 상기 구동부(120a)의 폭을 W_a 라 하고 반사부(120b)의 폭을 W_b 라 할 때 상기 구동부의 폭(W_a)이 반사부의 폭(W_b)보다 크게 형성되도록 한다. 이렇게 함으로써 상기 마이크로 미러(120)가 회동될 때 상기 구동부(120a)의 회동스트로크를 줄여 구동 전압을 감소시킬 수 있다. 또한, 상기 구동부(120a)의 길이(L_a)를 반사부(120b)의 길이(L_b)보다 짧게 형성함으로써 인해 상기 구동부(120a)와 반사부(120b)가 서로 불균형을 이루는 것을 상기

같이 폭(Wa)(Wb)을 조절하여 보완할 수 있다.

- <35> 한편, 상기 마이크로 미러(120)가 직립시에는 상기 트렌치(110)의 측벽에 상기 구동부(120a)가 밀착되면서 지지되어 정확하게 직립을 유지하게 되는 이점이 있다.
- <36> 상기 차폐 전극(130)은 상기 마이크로 미러(120)가 수평상태일 때를 기준으로 상기 반사부(120b)에 대해 대향되는 기판(100)상에 구비된다. 즉, 상기 차폐 전극(130)은 상기 반사부(120b)와 상기 하부 전극(112) 또는 측면 전극(113)과의 사이에 정전력이 형성될 수 있는 통로상에 마련되어 이들 사이에 정전력이 발생하는 것을 방지하도록 되어 있다.
- <37> 일례로 상기 차폐 전극(130)에 상기 반사부(120b)와 등전위면이 되도록 전압을 가하여 상기 반사부(120b)와의 사이에 정전인력이 작용하지 않도록 할 수 있다. 따라서, 상기 반사부(120b)와 상기 측면 전극(113) 또는 하부 전극(112)과의 상호작용에 의한 반대 정전력으로 인해 상기 구동부(120a)와 측면 전극(113) 및 하부 전극(112) 사이의 정전력이 감소되는 것을 방지할 수 있다.
- <38> 더욱이, 상기 마이크로 미러(120)의 소정의 위치에 구동부의 구동력에 반대되는 정전력의 영향을 최소화 하기 위한 구멍(135)을 형성하는 것이 좋다. 상기 구멍(135)은 상기 차폐 전극(130)에 의해 완전히 차폐하지 못하는 정전력의 발생을 억제함으로써 상기 구동부(120a)의 작용력을 극대화한다. 상기 구멍(135)은 상기 차폐 전극(130)에 의해 정전력이 차단되지 않는 영역인 동시에 상기 구동부(120a)에 의한 정전력 발생에는 영향을 미치지 않는 영역에 형성되는 것이 바람직하다. 즉, 상기 반사부(120b)와 상기 측면 전극(113) 또는 하부 전극(112) 사이의 상호작용에 의한 정전력이 상기 차폐 전극(130)에 의해 완전히 차단되지 못하고 상기 구동부(120a)의 정전력에 대해 반대로 작용하는

경우가 있을 수 있다. 이와 같이 상기 반사부(120b)에서 상기 차폐 전극(130)에 의해 차단되지 못하고 정전력이 발생되는 소정영역에 구멍(135)을 형성하여 원하지 않는 정전력이 발생되지 않도록 하는 것이다.

<39> 또한, 상기 구멍(135)은 상기 반사부(120b)에서 광신호가 반사되는 영역을 벗어난 곳에 형성되어야 한다. 이렇게 함으로써 상기 차폐 전극(130)에 의해 1차적으로 상기 구동부(120a)의 정전력에 반대되는 정전기 발생을 방지하고, 상기 구멍(135)에 의해 더욱 효과적으로 방지할 수 있어 상기 구동부(120a)의 정전기력을 효과적으로 확보함과 아울러 정확하게 마이크로 미러(120)의 구동을 제어할 수 있다.

<40> 다음은 본 발명에 따른 마이크로 미러 액츄에이터의 제조방법에 대해 상세히 설명한다.

<41> 도 6a 및 도 6b에 도시된 바와 같이 기판(140)상에 포토레지스트(143)를 도포하고, 사진식각공정에 의해 트렌치 대응 패턴(145)을 형성한 다음 상기 포토레지스트(143)를 제거한다. 여기서, 상기 기판(140)에 포토레지스트(143)를 도포하기 전에 절연막(미도시)을 증착할 수 있다.

<42> 그리고, 도 6c와 같이 상기 트렌치 대응 패턴(145)을 포함한 상기 기판(140) 위에 절연막(147)과 금속막(150)을 증착한 후 도 6d에 도시된 바와 같이 사진식각공정을 이용하여 차폐 전극(151), 측면 전극(152) 및 하부 전극(153)을 형성한다. 상기 차폐 전극(151)은 상기 측면 전극(152) 및 하부 전극(153)과의 사이에 원하지 않는 정전력이 발생되지 않도록 차폐 전극(151)이 형성될 영역의 범위를 정하여 패터닝하여야 한다. 또한, 상기 차폐 전극(151), 측면 전극(152) 및 하부 전극(153)들이 형성된 위에 절연막(미도시)을 증착한다. 그 위에 소정 두께의 희생층을 도포한다.

<43> 상기 희생층을 도포하는데 있어서 도 6f에 도시된 바와 같이 상용화된 필름 형태의 유기막(155)에 온도와 압력을 가하여 라미네이션을 하는 단계(도 6f)가 포함된다. 상기 유기막(155)의 두께가 뒤에 형성될 마이크로 미러와 전극과의 사이의 거리로 결정된다. 마이크로 미러와 전극과의 사이의 거리가 가까울수록 동일한 전압에서 큰 정전력을 얻을 수 있으므로 상기 유기막(155)의 두께를 얇게 하는 것이 바람직하다. 상기 유기막(155)은 주로 폴리이미드계의 재질로 되어 있는 것으로 얇은 막을 사용하는 경우도 있고, 또는 두꺼운 유기막을 라미네이션한 후 건식식각을 통하여 두께를 얇게 하는 공정(155')을 수행할 수도 있다.

<44> 희생층을 도포하는 다른 방법으로는 도 7a 및 도 7b에 도시된 바와 같이 전극(151)(152)(153)들 위에 포토레지스트(156)를 도포할 수 있다. 여기서, 상기 포토레지스트(156)는 트렌치 대응 영역(145)에서 쿠션현상으로 인해 약간 움푹 들어갈 수 있다. 따라서, 이러한 현상을 감안하여 상기 포토레지스트(156)의 전체적인 프로파일이 기판(140) 표면보다 높도록 한다. 그리고, 상기 포토레지스트(156)를 화학기계적 폴리싱(Chemical Mechanical Polishing) 공정이나 포토레지스트 평탄화 공정을 이용하여 평탄화(156')할 수 있다. 평탄화를 위한 방법으로 상기 기판상에 제1포토레지스트를 도포하고 식각공정을 통하여 상기 트렌치의 폭보다 넓게 상기 트렌치에 대응되는 포토레지스트 패턴을 형성한 다음, 상기 포토레지스트 패턴을 고온으로 플로우시키면서 하드베이킹할 수 있다. 그런 다음, 상기 포토레지스트 패턴을 얇게 에칭하고, 상기 포토레지스트 패턴을 포함한 기판상에 소정 두께로 제2포토레지스트를 도포한다.

<45> 이상과 같이 상기 희생층(155')(156')을 형성한 후에 도 8a에 도시된 바와 같이 지지 포스트용 홀(164)을 패터닝한다. 도 8a 내지 도 8c는 도 4의 V-V 방향에서 본 도

면이다. 이어서, 도 6f 및 도 8b에 도시된 바와 같이 금속막(157)을 증착하고 식각공정을 통하여 마이크로 미러(160)와 토션바(165)를 패터닝한다. 이때, 상기 마이크로 미러(160)의 소정 영역에 정전력 발생 방지용 구멍(162)을 함께 패터닝한다. 그런 다음, 상기 마이크로 미러(160)의 아래에 있는 희생층(155')(156')을 제거한다. 희생층(155')(156')을 제거할 때 등방성 건식식각 공정을 이용할 수 있다.

【발명의 효과】

<46> 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 마이크로 미러 액츄에이터 및 그 제조방법은 상기 마이크로 미러의 구동부의 구동력에 반대되는 정전기력이 발생되지 않도록 차폐 전극을 구비하여 적은 구동력으로 마이크로 미러를 정확하게 직립시킬 수 있다. 또한, 마이크로 미러를 구동시키는데 있어서 반대로 작용하는 정전력을 고려하지 않아도 되므로 마이크로 미러를 제어하기가 용이한 이점이 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

기판;

적어도 하나 이상의 전극이 구비된 트렌치;

상기 트렌치의 양측에 마련된 지지 포스트;

상기 지지 포스트에 의해 지지된 토션바;

수평 상태일 때 상기 트렌치에 대향되는 구동부 및 상기 토션바에 의해 탄력적으로 회동되어 광신호를 반사시키는 반사부를 구비한 마이크로 미러;

상기 마이크로 미러가 수평상태일 때 상기 반사부에 대향되게 상기 기판상에 마련되어 상기 반사부와 상기 전극들 간에 발생하는 정전력이 차단되도록 된 차폐 전극;을 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 액츄에이터.

【청구항 2】

제 1항에 있어서, 상기 차폐 전극은,

상기 반사부와 등전위면을 갖도록 형성된 것을 특징으로 하는 마이크로 액츄에이터

【청구항 3】

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 마이크로 미러는,

상기 반사부의 소정 부위에 구멍이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 마이크로 액츄에이터.

【청구항 4】

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 적어도 하나 이상의 전극은,
상기 트렌치의 바닥면과 일측벽에 각각 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 마이크로 미러 액츄에이터.

【청구항 5】

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 마이크로 미러는,
상기 구동부의 길이가 반사부의 길이보다 짧게 비대칭으로 형성된 것을 특징으로 하는 마이크로 미러 액츄에이터.

【청구항 6】

제 1항 또는 제 5항에 있어서, 상기 마이크로 미러는,
상기 구동부의 폭이 반사부의 폭보다 크게 형성된 것을 특징으로 하는 마이크로 미러 액츄에이터.

【청구항 7】

기판에 트렌치 대응 영역을 형성하는 단계;
상기 기판상에 절연막과 금속막을 차례대로 증착하고 이 금속막을 식각하여 상기 트렌치 대응 영역에 하부 전극과 측면 전극을 형성하며 상기 트렌치 대응 영역 밖의 상기 기판의 표면에 차폐 전극을 형성하는 단계;
상기 트렌치를 포함한 기판 외측면에 소정 두께로 희생층을 도포하는 단계;
상기 희생층에 포스트 대응홀을 식각하는 단계;

상기 희생층 위에 금속막을 도포하고 마이크로 미러, 토션바 및 지지 포스트 대응 영역을 패터닝하는 단계;

상기 희생층을 제거하여 마이크로 미러, 토션바 및 포스트를 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 미러 액츄에이터 제조방법.

【청구항 8】

제 7항에 있어서, 상기 희생층을 도포하는 단계에서,

상기 기판상에 포토레지스트를 도포하고 화학기계적 폴리싱 공정에 의해 상기 포토레지스트를 평탄화하는 것을 특징으로 하는 마이크로 미러 액츄에이터 제조방법.

【청구항 9】

제 7항에 있어서, 상기 희생층을 도포하는 단계에서,

상기 기판상에 제1포토레지스트를 도포하고 식각공정을 통하여 상기 트렌치의 폭보다 넓게 상기 트렌치에 대응되는 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계;

상기 포토레지스트 패턴을 고온으로 플로우시키면서 하드베이킹하는 단계;

상기 포토레지스트 패턴을 얇게 에칭하는 단계;

상기 포토레지스트 패턴을 포함한 기판상에 소정 두께로 제2포토레지스트를 도포하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 미러 액츄에이터의 제조방법.

【청구항 10】

제 7항에 있어서, 상기 희생층을 도포하는 단계에서,

상기 트렌치 대응 영역이 중공상태로 남아 있도록 기판상에 필름형 유기막을 라미네이션하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 미러 액츄에이터 제조방법.

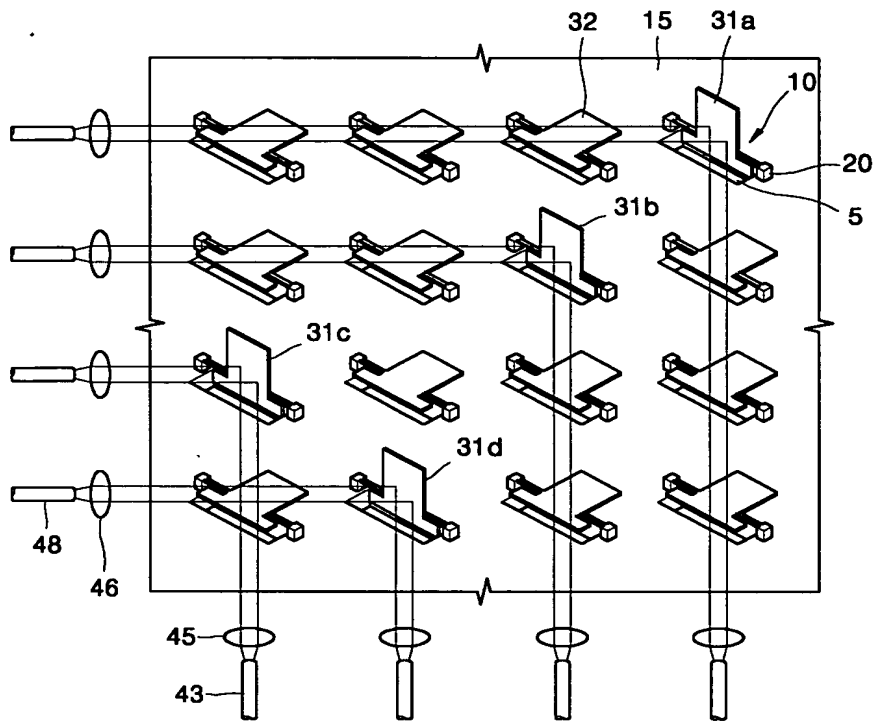
【청구항 11】

제 8항 내지 제 10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 금속막에 마이크로 미러 대응 영역을 패터닝하는 단계에서,

상기 마이크로 미러의 소정 영역에 식각공정을 이용하여 정전력 발생 방지용 구멍을 형성하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 미러 액츄에이터 제조방법.

【도면】

【도 1】



【도 2】

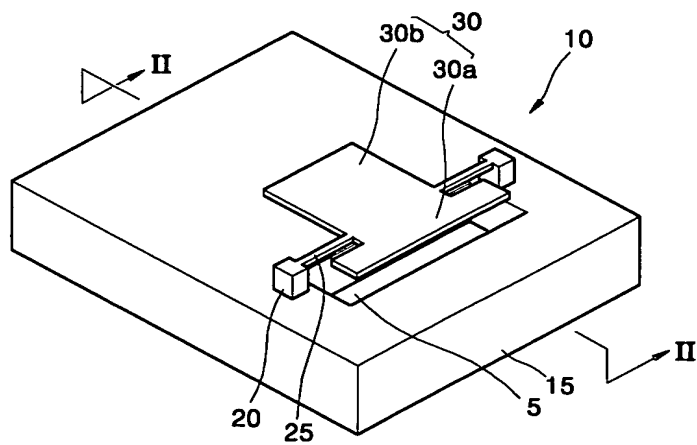
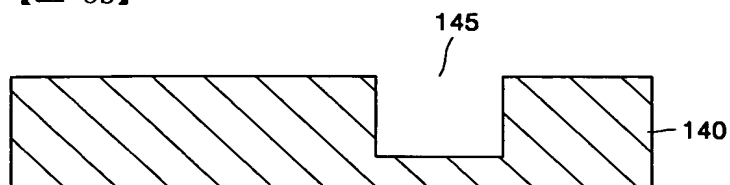


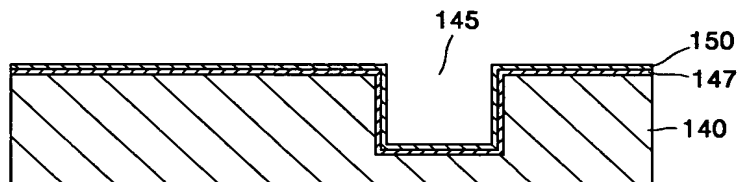
Fig. 1 is a cross-sectional view of a first embodiment of a semiconductor device. The device includes a substrate 15 with a trench 5. A gate electrode 30a is formed on the bottom surface of the trench 5, and a gate electrode 30b is formed on the side surface of the trench 5. A gate insulating film 25 is formed on the bottom surface of the trench 5. A gate insulating film 40 is formed on the top surface of the substrate 15. A gate insulating film 37 is formed on the bottom surface of the trench 5. Arrows f1 and f2 indicate forces.

A cross-sectional view of a substrate. It consists of a thin top layer, labeled 143, and a thicker bottom layer, labeled 140. The bottom layer 140 is filled with diagonal hatching lines.

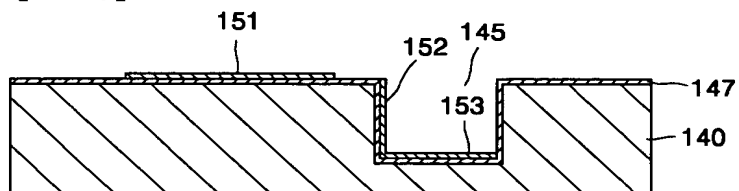
【도 6b】



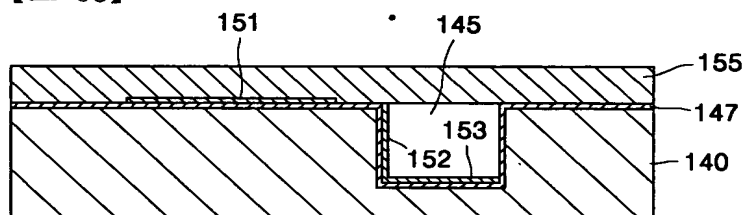
【도 6c】



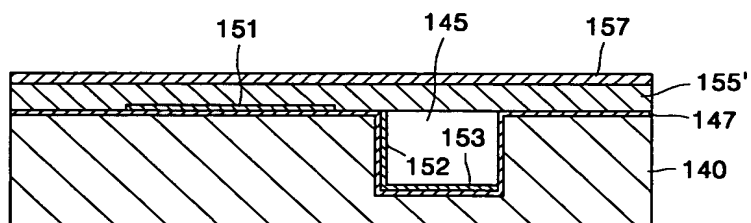
【도 6d】



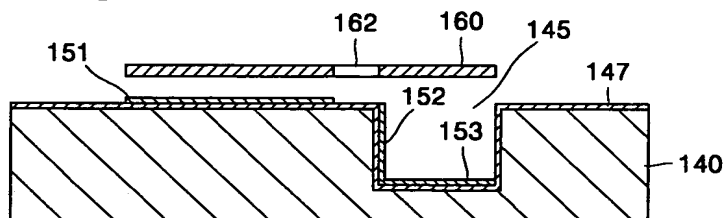
【도 6e】



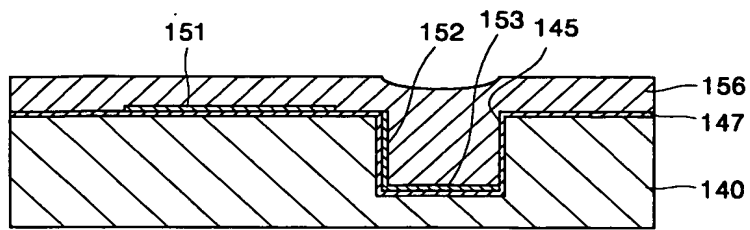
【도 6f】



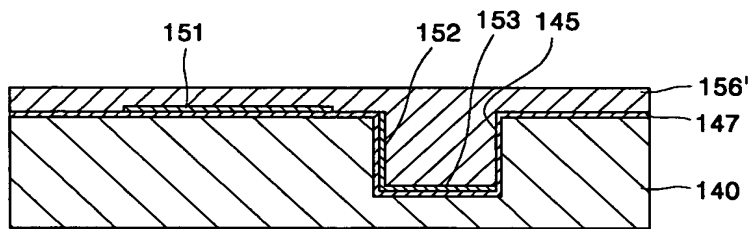
【도 6g】



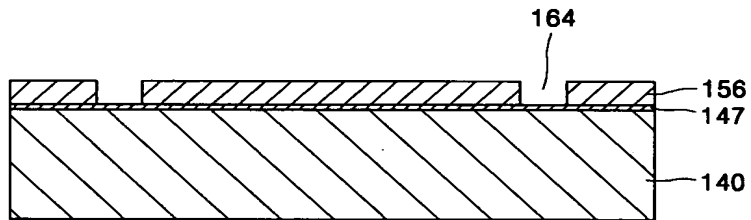
【도 7a】



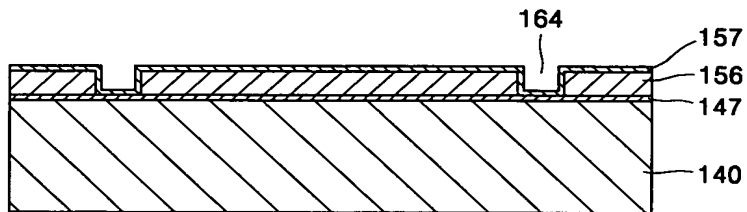
【도 7b】



【도 8a】



【도 8b】



【도 8c】

